

Comparaison des effets de différents types de traitement phytosanitaire des semences du cotonnier au Burundi et en Grèce

C. Carême ⁽¹⁾, G. Mergeai ⁽²⁾, Francesca Ydraiou ⁽³⁾ & B.C. Schiffers ⁽³⁾

Key words: Seed treatment - Cotton - Imidacloprid - Pelleting - Physiology - Burundi - Greece

Résumé

Les effets de plusieurs matières actives insecticides et de différentes techniques de traitement des semences du cotonnier ont été étudiés lors de 7 essais réalisés au Burundi et en Grèce en 1993 et 1994. Les essais menés au Burundi mettent en évidence l'efficacité très hautement significative sur *Aphis gossypii* Glover de l'imidaclopride à la dose de 3 g m.a./kg., associé au chlorothalonil à 0,8 g/kg semences, utilisé en enrobage des semences délintées. L'absence de pression parasitaire n'a pas permis de départager les traitements testés en Grèce en ce qui concerne leur efficacité pour lutter contre les ravageurs qui attaquent le cotonnier au début de son cycle. Les observations écophysiological réalisées au cours de ces expérimentations mettent en évidence une amélioration significative de la précocité de la maturation des capsules chez les plantes issues de graines enrobées portant une dose moyenne de 2,2 g d'imidaclopride et 2,4 g de TMTD par kg de semences. Le gain de précocité est en moyenne de 10 jours par rapport au traitement témoin.

Summary

The effects of several active ingredients and various cotton seed treatments have been compared in 7 trials realized in Burundi and Greece in 1993 and 1994. The trials led in Burundi show the very high significant efficacy of imidacloprid on *Aphis gossypii* Glover at 3 g a.i./kg associated with chlorothalonil at 0,8 g a.i./kg seeds, when applied by pelleting on delinted seeds. In Greece, the absence of parasitic pressure at the beginning of the growing season did not allow the classification of the applied treatments concerning their efficiency to control cotton pests. The ecophysiological observations realized during this experimentation show a significant improvement of the ball maturation precocity in plants issued from pelleted seeds with an average dose of 2.2 g imidacloprid and 2.4 g TMTD per kg of seeds. On average, plants issued from treated seeds matured 10 days earlier than the untreated one.

1. Introduction

Le traitement des semences constitue un moyen économique et efficace pour lutter contre les maladies et les ravageurs qui menacent le cotonnier au début de son cycle (8). Ce mode de protection se situe en outre parmi les moins dommageables pour l'environnement du fait, notamment, de la localisation de l'application des produits phytosanitaires sur ou à proximité des graines (1). En général, ce type de traitement se compose d'un insecticide et d'un fongicide. Actuellement, différentes techniques d'application et un grand nombre de matières actives sont susceptibles d'être utilisées pour réaliser la protection phytosanitaire des semences de cotonnier (6). Parmi ces techniques, on peut citer: l'application de granulés insecticides dans la ligne de semis, l'enrobage à sec, l'enrobage humide et le pelliculage les graines. Chaque technique présente ses avantages et ses inconvénients.

En plus de la faune du sol (iules, vers gris, termites, etc.), les insectes piqueurs-suceurs (pucerons, mirides, jassides, mouches blanches, thrips) se classent parmi les principaux ennemis du cotonnier au cours des premières semaines qui suivent le semis. Ces ravageurs provoquent des dégâts directs par l'injection de salive toxique, et indirects par la transmission de différentes maladies virales ou à mycoplasme (maladie bleue, psyllose, frisolée africaine, etc.) (10). Parmi les insectes piqueurs-suceurs, *Aphis gossypii* Glover se développe dès les premiers stades du cycle du cotonnier et est considéré, durant cette période, comme l'un des ravageurs majeurs de la culture. Une étude récente réalisée au Cameroun (6) a montré que les pertes dues à des attaques précoces de pucerons peuvent atteindre jusqu'à 40 % du rendement potentiel. Cette étude a également montré que les dégâts causés par les attaques de pucerons

(1) Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.

(2) Phytotechnie des régions intertropicales, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

(3) Chimie analytique et Phytopharmacie, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique

Reçu le 03.04.95 et accepté pour publication le 28.06.95.

étaient d'autant moins graves que ces dernières surviennent tardivement et que les conditions climatiques étaient favorables à la culture. Il est donc primordial que le traitement des semences puisse assurer une protection efficace du cotonnier le plus longtemps possible après le semis. En Afrique où les programmes de protection (calendrier de pulvérisations) du cotonnier sont généralement préétablis en fonction du stade de développement de la plante et de l'importance de la faune parasitaire rencontrée dans une région (4), on estime que cette protection insecticide devrait idéalement durer jusqu'à la sixième semaine après le semis.

Par ailleurs, parmi les maladies cryptogamiques sévissant au stade plantule, figure la fonte des semis, causée principalement par *Rhizoctonia solani*, *Corticium rolfsii*, *Pythium* spp. et *Fusarium* spp. (1), qui peut causer des pertes de levée à 20 à 25 % des poquets lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables (2).

Dans le but de comparer leurs avantages respectifs, différents modes de traitement des semences et plusieurs matières actives insecticides ont été testés en 1993 et 1994 dans 7 essais réalisés au Burundi (dans l'Imbo) et en Grèce. La présentation des principaux résultats obtenus au cours de ces essais constitue l'objet de la présente publication.

2. Matériel et méthodes

2.1. Essais réalisés au Burundi

2.1.1. Essais réalisés en 1993

Trois essais situés respectivement à Kabezi, Kinanira et Mparambo ont été réalisés sur la variété de cotonnier « PAN 575 » selon un dispositif expérimental en blocs de Fisher avec 4 répétitions par site. Densité: 80 x 30 cm, soit 41.600 poquets/ha x 2 plants/poquet = 83.200 plants/ha. Chaque parcelle élémentaire est composée de 2 lignes de 10 mètres. Les semis ont été effectués entre le 14 et le 21 janvier (4 graines/poquet). Les observations sur les pourcentages de feuilles infestées ont été réalisées 14, 30, 45 et 60 jours après le semis sur 10 poquets successifs, sur les deux lignes de chaque parcelle élémentaire. Les pourcentages de plants présentant les symptômes de crispation des feuilles ont été établis sur deux fois 10 plants par parcelle présentant au moins une feuille recroquevillée vers le bas.

Les observations sur les pourcentages de poquets atteints par la fonte des semis ont été effectuées à deux reprises sur 25 poquets par parcelle: 14 et 30 jours après le semis, soit 16 jours après le ressemis de poquets non levés. Tous les essais ont été menés jusqu'à la récolte, la première s'effectuant à la mi-juin, à 50 % d'ouverture des capsules, la seconde en juillet. L'enrobage des semences de coton délintées à l'acide sulfurique a été réalisé suivant la technique du pelleting, la formulation d'enrobage étant déposée à raison de 106-107 %, du poids des semences (13). Toutes les semences ont été traitées avec le chlorothalonil à 2 doses: 0,8 g et 1,6 g de chlorothalonil par kg de semences (soit respectivement 1,6 g et 3,2 g de

BRAVO 500 SC par kg de semences). Les insecticides ont été appliqués sur les semences à la dose de 1,25 mg et 2,5 mg de matière active/semence, soit respectivement de 12 g (Dose N) et 24 g (Dose 2N) de m.a./kg de semences pour le benfuracarbe (ONCOL 40 WP), le carbosulfan (MARSHALL 40 STW) et l'imidaclopride (GAUCHO 70 WS). Un traitement avec l'imidaclopride en granulés à deux doses effectué dans les poquets au moment du semis (avec des semences non délintées et non traitées avec le chlorothalonil) a été comparé aux autres objets, au témoin vulgarisé défini plus bas et à un témoin non traité.

Douze traitements des semences et du sol sont donc mis en comparaison: les traitements 1 à 8 représentent les semences délintées, enrobées (pelleting) et désinfectées au chlorothalonil, et les traitements 9 à 12, ceux réalisés avec des semences non délintées et non traitées (sauf traitement 11):

1. 12 g de carbosulfan (MARSHALL 40 STW)/kg semences - Dose N
2. 24 g de carbosulfan (MARSHALL 40 STW)/kg semences - Dose 2N
3. 12 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences - Dose N
4. 24 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences - Dose 2N
5. 12 g de benfuracarbe (ONCOL 40 WP)/kg semences - Dose N
6. 24 g de benfuracarbe (ONCOL 40 WP)/kg semences - Dose 2N
7. 0,8 g de chlorothalonil (BRAVO 500 SC)/kg semences - Dose N
8. 1,6 g de chlorothalonil (BRAVO 500 SC)/kg semences - Dose 2N
9. 250 g d'imidaclopride/ha (5 kg de CONFIDOR 5G/ha) - Dose N
10. 500 g d'imidaclopride/ha (10 kg de CONFIDOR 5G/ha) - Dose 2N
11. Carbosulfan 20 + chlorothalonil 20 %, à 4 g (MARSHALL 40 STW et BRAVO 500 SC)/kg enrobage à sec des semences non délintées (témoin vulgarisé)
12. témoin non traité

2.1.2. Essais réalisés en 1994

Deux essais, comprenant 7 traitements des semences, ont été réalisés à Kabezi et Kinanira, parcelle élémentaire de 4 lignes de 10 mètres, 6 répétitions par site. L'imidaclopride (GAUCHO 70 WS) a été appliqué sur les semences aux doses de 1,25 - 0,63 - 0,44 et 0,31 mg de matière active/semence soit respectivement 12 - 6 - 4,2 et 3 g m.a./kg pour les semences délintées et 12 g m.a./kg pour les semences non délintées, suivant le programme de traitements ci-après. Le fongicide chlorothalonil a été appliqué à la dose de 0,8 g/kg de semences (1,6 g

de BRAVO 500 SC/kg semences) sur les traitements 1 à 5:

- a) Enrobage (pelleting) des semences délintées:
1. 12 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences
 2. 6 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences
 3. 4,2 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences
 4. 3 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences
- b) Enrobage humide (slurry) des semences non délintées:
5. 12 g d'imidaclopride (GAUCHO 70 WS)/kg semences
- c) Enrobage à sec (dusting) des semences non délintées:
6. carbosulfan 20 % + chlorothalonil 20 % à 4 g (MARSHALL 40 STW et BRAVO 500 SC)/kg semences (témoin vulgarisé)
 7. témoin non traité, semences non délintées.

Au Burundi, pendant la phase floraison-fructification du cotonnier, cinq à six traitements foliaires d'insecticide, débutant entre le 45ème et le 60ème jour après le semis, suivant les seuils d'infestation, sont préconisés pour combattre les principaux ravageurs. La fréquence est d'un traitement insecticide espacé de deux semaines. Les quatre premiers traitements sont réalisés avec des composés binaires (pyréthrinolide + organo-phosphoré ou carbamate), tandis que les deux derniers font appel à un pyréthrinolide seul (3).

2.2. Essais réalisés en Grèce

2.2.1. Dispositifs

Deux essais situés respectivement à Petra Aliartos et à Ypato Thebac ont été réalisés en 1994 avec la variété « ZETA 2 ». Dans chaque essai, les unités expérimentales ont été disposées selon un dispositif en blocs aléatoires complets avec 4 répétitions par site (5). Chaque unité expérimentale se composait de 4 lignes de 20 m. Sept traitements des semences ont été testés au cours de chaque essai. La densité de semis était de 165.344 graines/ha (96 cm x 6,3 cm) soit 20,5 kg/ha à Petra Aliartos et de 196.078 graines à l'ha (100 cm x 5,1 cm) soit 24 kg/ha à Ipato Thebae. Les semis ont été effectués au moyen d'un semoir pneumatique les 17 et 19 avril 1994 à raison d'une graine par poquet. Aucun ressemis n'a été pratiqué.

Quatre techniques de protection phytosanitaire ont été comparées: le pelliculage (*coating*), l'enrobage (*pelleting* ou *rolling*), le poudrage humide (*slurry*) et l'application de granulés dans la ligne de semis. Toutes les semences ont été délintées à l'acide et traitées avec du TMTD (fongicide habituellement utilisé dans la région) à raison de 2,4 g de matière active/kg de semences (4,8 g de TUTAN 500 SC/kg de semences). Seul le témoin n'a pas fait l'objet d'une protection complémentaire au moyen d'un insecticide.

2.2.2. Traitements insecticides comparés aux cours des deux essais

Cinq traitements des semences et un traitement du sol (objet 4) sont donc mis en comparaison avec un témoin non traité mais désinfecté au TMTD comme toutes les autres semences des essais. Les semences des traitements 5 et 6 sont enrobées (*pelleting*), celles des autres traitements sont pelliculées (*coating*) ou traitées par *slurry* (objet 7):

1. 3,50 g d'imidaclopride (GAUCHO 350 FS)/kg semences (*coating*)
2. 5,25 g d'imidaclopride (GAUCHO 350 FS)/kg semences (*coating*)
3. témoin uniquement traité au T.M.T.D.
4. 1150 g de disulfoton (en granulés)/ha
5. 2,2 g d'imidaclopride (GAUCHO 350 FS)/kg semences (*pelleting*)
6. 3,6 g d'imidaclopride (GAUCHO 350 FS)/kg semences (*pelleting*)
7. 20 g de benfuracarbe (ONCOL 40 WP) g de semences (*slurry*)

2.2.3. Observations

Les observations relatives à la levée et à la fonte des semis ont été réalisées respectivement 15, 20 et 35 jours après le semis sur une ligne de 10 m par unité expérimentale. Aucune pulvérisation n'a été appliquée au cours des 60 premiers jours qui ont suivi le semis. L'efficacité des traitements des semences a été évaluée en observant à intervalle régulier (28, 35, 41, 48, 55 et 60 jours après le semis) le nombre total de pucerons présents sur dix plantes choisies au hasard au sein de chaque unité expérimentale. Les autres paramètres mesurés au cours de ces essais sont la précocité de la capsulaison (nombre de jours séparant le semis de l'ouverture de la première capsule sur 50 % des cotonniers des deux lignes centrales de chaque unité expérimentale) et le rendement en coton graine obtenu en récoltant les deux lignes centrales de chaque unité expérimentale.

3. Résultats

3.1. Étude de l'efficacité des traitements fongicides sur la fonte des semis (Essais au Burundi)

Pour les pourcentages de poquets levés 14 jours après le semis, l'analyse statistique montre une différence très hautement significative entre les objets (regroupement des 3 essais). Selon le test de Newman-Keuls, le chlorothalonil aux doses N et 2N et l'imidaclopride + chlorothalonil aux 2 doses possèdent des pourcentages de poquets levés significativement supérieurs au témoin vulgarisé et aux autres traitements (Tableau 1). Par contre, les traitements à base d'imidaclopride en granulés sans protection fongicide possèdent les pourcentages de poquets levés les plus faibles. L'analyse statistique effectuée sur les résultats collectés 30 jours après le semis et 16 jours après le ressemis des poquets manquants montre une augmentation générale de la moyenne,

les meilleurs traitements conservant toutefois un léger avantage sur les autres. Notons que les plants de cotonnier issus de ressemis conservent un retard de croissance jusqu'à la récolte.

Tableau 1 : 1993 - Pourcentages de poquets levés 14 et 30 jours après le semis
Comparaison multiple des moyennes - Test de Newman-Keuls (Seuil 5 %)

Traitements	14 jours		30 jours	
	Moy.	Gr. hom	Moy.	Gr. hom
Chlorothalonil, 2N	93,66	a	94,33	a
Chlorothalonil, N	93,33	a b	94,00	a b
Imidaclopride + chlorothalonil, 2N	88,33	a b c	92,33	a b c
Imidaclopride + chlorothalonil, N	87,33	b c	92,33	a b c
Benfuracarbe + chlorothalonil, 2N	82,33	c d	87,33	a b c
Benfuracarbe + chlorothalonil, N	80,67	c d	82,33	a b c
Carbosulfan + chlorothalonil, 2N	79,33	c d	86,00	b c
Carbosulfan + chlorothalonil, N	79,00	c d	87,33	a b c
Témoin vulgarisé	77,33	c d	89,00	a b c
Témoin non traité	77,00	c d	90,00	a b c
Imidaclopride 5G, N	72,67	d	83,33	b c
Imidaclopride 5G, 2N	71,00	d	79,67	c
Moyenne générale	81,83		88,17	
Probabilité	***		***	
CV en %	12		10,2	
Transf. statistique	arcsin \sqrt{x}		arcsin \sqrt{x}	
CV transformé en %	12		12,9	

***. Différences significative pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas significativement

Gr. hom: Groupes homogènes

3.1.2. Essais de 1994

Pour les 2 essais de 1994, les observations sur les pourcentages de poquets levés ont été réalisées à deux reprises, 19 et 33 jours après les semis.

L'analyse statistique effectuée pour chaque essai montre des différences non significatives, sauf à Kabezi où, 19 jours après le semis, on observe une différence significative entre les objets 4 et 5. Il n'y a toutefois pas de différence significative entre les traitements et les témoins inclus dans les essais. En 1994, contrairement à l'année précédente, la campagne cotonnière a été peu pluvieuse (Kabezi janvier-juin: en 1994, 360 mm; 1993, 487 mm, ce qui a pu avoir comme conséquence une pression parasitaire plus faible et une diminution de l'importance de la fonte des semis.

3.2. Étude de l'efficacité des matières actives insecticides sur *Aphis gossypii* (Essais au Burundi)

3.2.1. Essais de 1993

Quatorze jours après le semis, les infestations de pucerons demeurent faibles (Tableau 2 - regroupement des 3 essais). Après 30 jours, seul l'essai de Kabezi est fortement infesté. La plupart des plants présentent des symptômes de crispation des feuilles provoqués par les colonies de pucerons pour tous les objets, sauf les 4 traitements à base d'imidaclopride et le benfuracarbe 2N. Après 45 et 60 jours, l'infestation reste élevée à Kabezi et devient plus importante à Kinanira. A Mparambo, l'essai restera peu infesté. Seul l'imidaclopride en enrobage ou en granulé montre une efficacité intéressante sur *A. gossypii*. La rémanence de cette substance active est de 2 mois après le semis, ce qui a permis de supprimer le premier traitement foliaire dirigé essentiellement contre les pucerons. L'action du carbosulfan aux deux doses est négligeable, tout comme celle du témoin vulgarisé (semences non délintées). Le benfuracarbe obtient de meilleurs résultats jusqu'au 30ème jour après le semis. Par la suite son efficacité sur les pucerons diminue rapidement.

Tableau 2 : 1993 - Pourcentages de feuilles infestées par *A. gossypii* 14, 30, 45 et 60 jours après le semis (JAS)
Comparaison multiple des moyennes - Test de Newman-Keuls (Seuil 5 %)

Traitements	14 JAS		30 JAS		45 JAS		60 JAS	
	Moy.	Gr. hom	Moy.	Gr. hom	Moy.	Gr. hom	Moy.	Gr. hom
Chlorothalonil, 2N	0,94	a	8,98	a	9,73	a	19,40	a
Chlorothalonil, N	1,19	a	7,67	a b	8,58	a	18,46	a
Témoin non traité	0,79	a	7,63	a b	9,76	a	16,33	a
Témoin vulgarisé	0,73	a b	8,19	a	8,79	a	17,60	a
Carbosulfan+chlorothalonil, N	0,44	b c	7,46	a b	8,38	a	18,10	a
Carbosulfan+chlorothalonil, 2N	0,34	b c	6,15	b c	7,88	a	16,63	a
Benfuracarbe+chlorothalonil, N	0,22	c	4,79	c d	7,56	a	17,25	a
Benfuracarbe+chlorothalonil, 2N	0,19	c	3,54	d e	6,83	a	15,04	a
Imidaclopride 5G, N	0,13	c	3,36	d e	3,75	b	9,79	b
Imidaclopride+chlorothalonil, N	0,19	c	3,00	d e	2,65	b	8,46	b
Imidaclopride 5G, 2N	0,07	c	2,86	e	2,79	b	8,44	b
Imidaclopride+chlorothalonil, 2N	0,11	c	2,69	e	2,35	b	5,48	c
Moyenne générale	0,45		5,53		6,48		14,25	
Probabilité	***		***		***		***	
CV en %	110,4		42,9		41,8		28,8	
Transf. statistique	arcsin \sqrt{x}		arcsin \sqrt{x}		-		arcsin \sqrt{x}	
CV transformé en %	62,1		22,4		-		15,1	

***. Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas significativement

CV: coefficient de variation

Gr. hom: Groupes homogènes

3.2.2. Essais de 1994

Les échantillonnages des populations de pucerons ont été réalisés à 3 reprises, 30, 47 et 61 jours après les semis, sur 2 x 10 poquets successifs par parcelle (6 répétitions). Un mois après le semis, l'essai de Kabezi est fortement infesté. La majorité des feuilles des jeunes cotonniers des deux témoins sont recroquevillées et présentent les symptômes typiques de crispation du feuillage déjà observés en 1993 (Tableau 3). Les quatre doses testées avec imidaclopride + chlorothalonil sur semences délintées (traitements 1 à 4) ont montré une efficacité significativement supérieure au témoin non traité ainsi qu'au témoin vulgarisé aussi bien pour les 3 comptages des pourcentages d'infestation de pucerons que pour l'échantillonnage des cotonniers présentant les symptômes de crispation du feuillage. Il en est de même d'ailleurs pour l'imidaclopride à 12 g/kg + chlorothalonil à 0,8 g/kg sur semences non délintées (traitement 5).

Aux doses testées, l'efficacité de l'imidaclopride sur *Aphis gossypii* se maintient plus de deux mois après le semis, ce qui assure un contrôle suffisant des populations de pucerons et permet d'éviter le premier traitement foliaire dirigé essentiellement contre eux. L'essai situé à Kinanira est resté peu infesté et seule une différence significative est apparue lors du dernier comptage entre le témoin vulgarisé et l'objet 5.

3.3. Etude de l'efficacité de l'imidaclopride sur *Lygus vossele-ri* et autres *Lygaeides* (Essais au Burundi).

En 1994, un échantillonnage des symptômes causés aux cotonniers par les piqûres des *Lygaeides* a été réalisé à 3 reprises pour les deux essais. Pour les témoins non traités, les pourcentages de symptôme

de «frisolée» du feuillage située au sommet des plants furent les suivants un mois, un mois et demi et deux mois après le semis.

Kabezi: 0 - 5,9 - 5,8 % Kinanira: 10,8 - 15 - 21,7 %

Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les traitements et les témoins pour les deux essais. Soit l'infestation des *Lygus* est demeurée trop faible et aucune différence significative n'a pu être mise en évidence, soit l'imidaclopride en enrobage des semences se révèle peu efficace sur ce type de ravageur au demeurant difficile à repérer dans les champs. En effet, les *Lygaeides* ont un cycle de développement relativement court, de 2 à 3 semaines, les adultes sont des insectes très mobiles et polyphages (graminées, légumineuses) et qui se cachent la plupart du temps dans la végétation. Une expérimentation sur des infestations plus importantes est à préconiser sur ce type de ravageur précoce du cotonnier.

3.4. Rendement en coton graine (Essais au Burundi).

3.4.1. Essais de 1993

Les résultats de la première récolte réalisée en juin, à 50 % d'ouverture des capsules et en juillet pour la récolte totale figurent au Tableau 3 pour le regroupement des 2 essais les plus infestés par *A. gossypii* (Kinanira et Kabezi). Pour la première récolte, les traitements réalisés en enrobage des semences à base d'imidaclopride + chlorothalonil se classent en premier lieu et sont significativement différents du témoin vulgarisé, du témoin non traité et des deux traitements imidaclopride en granulés. Ils sont suivis par le benfu-

Tableau 3: 1994 - Pourcentages de plants sains (sans feuilles crispées) 30 jours après le semis (JAS) et pourcentages de feuilles infestées par *A. gossypii* 30, 47 et 61 JAS à Kabezi
(Test de Newman-Keuls, seuil de 5 %)

Traitements	% plant sains 30 JAS		% d'infestation de pucerons 30 JAS		% d'infestation de pucerons 47 JAS		% d'infestation de pucerons 61 JAS	
	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom
Imidaclopride 12 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	94,2	a	12,5	a	11,0	a	6,2	a
Imidaclopride 6 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	97,5	a	13,5	a	9,3	a	6,8	a
Imidaclopride 4,2 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	88,3	a	15,0	a	10,8	a	9,0	a
Imidaclopride 3 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	90,8	a	11,8	a	13,3	a	7,6	a
Imidaclopride 12 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg (semences non délintées)	96,7	a	14,7	a	10,5	a	6,0	a
Carbosulfan 20% + chlorothalonil 20% à 4 g/kg (témoin vulgarisé)	14,2	b	23,8	b	43,1	b	31,1	c
Témoin non traité	17,5	b	22,8	b	35,0	b	24,3	b
Moyenne générale	71,3		16,29		19,98		13,0	
Probabilité	***		***		***		***	
CV en %	12,4		18,9		40,7		59,9	
Transform. statistique	arcsin \sqrt{x}		arcsin \sqrt{x}		arcsin \sqrt{x}		arcsin \sqrt{x}	
CV transformé en	16,1		10,2		20,2		19,0	

***. Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

CV: coefficient de variation

Gr. hom. Groupes homogènes

racarbe et les autres traitements. Pour la récolte totale en coton graine, un phénomène de compensation intervient, les rendements des différents objets étant moins bien hiérarchisés. Les deux traitements à base d'imidaclopride en enrobage des semences conservent toutefois les meilleurs gains de rendement.

3.4.2. Essais de 1994

Par rapport à 1993 et sur les mêmes parcelles d'essais, la chute des rendements est importante et due pour la plus grande partie à la sécheresse survenue pendant la campagne. Il n'y a d'ailleurs pratiquement pas eu de seconde récolte. Pour la récolte totale en coton graine, les augmentations de rendement par rapport au témoin vulgarisé varient de 4,2 à 20,1 % suivant les traitements, les différences étant cependant non significatives.

3.5. Etude de l'influence du traitement des semences sur la levée (Essais en Grèce)

Les tableaux 5 et 6 reprennent les données concernant la levée des plantules dans les essais réalisés respectivement à Petra Aliartos et Ypato Thebae.

Les moins bons résultats obtenus pour la levée dans le second essai sont dus à une très forte attaque de *Rhizoctonia solani*. L'action de cet agent pathogène a été favorisée par le temps frais et très humide qui a régné au cours des deux semaines qui ont suivi le semis à Ypato Thebae. Dans ces conditions particulières, les granulés de disulfoton ont permis une levée nettement meilleure que tous les autres traitements, ce qui laisse supposer une action protectrice de cette matière active contre les attaques de *Rhizoctonia solani*.

A Petra Aliartos, la période qui a suivi le semis ne

Tableau 4: 1993 - Récolte de coton graine en kg/ha

	Première récolte		Récolte totale		Gain	
	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom	kg/ha	rdt/tém.vulg. %
Imidaclopride + chlorothalonil, N	1548,6	a	2815,8	a	656,4	30,4
Imidaclopride + chlorothalonil, 2N	1484,7	a b	2745,1	a b	585,7	27,1
Benfuracarbe + chlorothalonil, 2N	1461,9	a b	2563,0	a b c	403,6	18,7
Benfuracarbe + chlorothalonil, N	1347,5	a b c	2636,6	a b c	477,2	22,1
Chlorothalonil, N	1281,0	b c	2723,1	a b c	563,7	26,1
Chlorothalonil, 2N	1245,6	b c d	2545,6	a b c	386,2	17,9
Carbosulfan + chlorothalonil, 2N	1231,3	b c d	2342,4	a b c	183,0	8,5
Carbosulfan + chlorothalonil, N	1225,8	b c d	2656,6	a b c	497,2	23,0
Imidaclopride 5G, N	1174,7	c d	2318,0	a b c	158,6	7,3
Imidaclopride 5G, 2N	1151,6	c d	2221,8	b c	62,4	2,9
Témoin vulgarisé	1101,4	c d	2159,4	c	-	-
Témoin non traité	998,2	d	2283,1	a b	123,7	5,7
Moyenne générale	1271,0		2500,9			
Probabilité	***		***			
CV en %	14,2		13,3			

***. Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

CV: coefficient de variation

Gr. hom. Groupes homogènes

Tableau 5: 1994 - Rendement en coton graine en kg/ha pour l'essai de Kabezi

Traitements	Coton graine Moyenne	Augmentation de production	
		Réc.tot. / tém.vulg. kg/ha	%
Imidaclopride 12g/kg+chlorothalonil 0,8 g/kg	1813,9	274,8	17,9
Imidaclopride 6 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	1742,5	203,4	13,2
Imidaclopride 4,2 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	1761,5	222,4	14,5
Imidaclopride 3 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg	1603,6	64,5	4,2
Imidaclopride 12 g/kg + chlorothalonil 0,8 g/kg (semences non délintées)	1848,6	309,5	20,1
Carbosulfan 20, + chlorothalonil 20% à 4 g/kg (témoin vulgarisé)	1539, 1	-	-
Témoin non traité	1535,8	-	-
Moyenne générale	1692,1		
Probabilité	NS		
CV en %	14,5		

NS: non significatif

CV: coefficient de variation

Tableau 6: Influence du traitement de semences sur la levée des plantules à Petra Aliartos; % levée 15, 22 et 35 jours après le semis (JAS)

Traitements	% de levée 15 JAS		% de levée 22 JAS		% de levée 35 JAS	
Imidaclopride 3,5 g/kg (coating)	81,4	a	87,6	a	87,0	a
Imidaclopride 5,5 g/kg (coating)	71,8	a	85,3	a	83,1	a b
Témoin non traité	69,7	a	75,6	b c	73,4	b c d
Granulés de disulfoton	81,4	a	84,7	a	81,7	a b
Imidaclopride 2,2 g/kg (pelleting)	66,2	a b	72,6	c	69,4	c d
Imidaclopride 3,6 g/kg (pelleting)	61,9	b	67,0	c	65,2	d
Benfuracarbe 20 g/kg (slurry)	77,0	a	82,6	a b	79,5	a b c
Moyenne générale	72,8		79,3		77,05	
Probabilité	*		***		**	
CV en %	3,48		7,22		13,86	

* : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,05$ $P \geq 95$ %

** : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,01$ $P \geq 99$ %

*** : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

CV: coefficient de variation

Tableau 7: Influence du traitement de semences sur la levée des plantules à Ypato Thebae; % levée 15, 22 et 35 jours après le semis (JAS)

Traitements	% de levée 15 JAS		% de levée 22 JAS		% de levée 35 JAS	
Imidaclopride 3,5 g/kg (coating)	69,0	a	66,0	a b	49,9	a b
Imidaclopride 5,5 g/kg (coating)	56,1	b c	58,2	a b c	44,8	b c
Témoin non traité	53,0	c d	52,8	b c d	39,2	b c
Granulés de disulfoton	69,8	a	70,8	a	61,5	a
Imidaclopride 2,2 g/kg (pelleting)	43,1	d	43,3	d	33,2	c
Imidaclopride 3,6 g/kg (pelleting)	50,8	c d	51,0	c d	38,1	c
Benfuracarbe 20 g/kg (slurry)	65,7	a b	68,9	a	48,7	a
Moyenne générale	58,2		64,4		45,1	
Probabilité	***		**		*	
CV en %	6,73		6,93		9,19	

* : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,05$ $P \geq 95$ %

** : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,01$ $P \geq 99$ %

*** : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

CV: coefficient de variation

s'est pas caractérisée par la répétition de fortes précipitations pendant plusieurs semaines. Dans ces conditions plus normales, c'est le pelliculage (*coating*) avec 3,5 g d'imidaclopride par kg de semences qui a donné le meilleur résultat.

Si l'on compare les résultats obtenus dans les deux essais, ce sont les quatre mêmes traitements qui donnent les meilleurs résultats. Il s'agit respectivement des granulés de disulfoton, du *slurry* au benfuracarbe et des pelliculages aux doses de 3,5 et 5,5 g d'imidaclopride par kg de semences. A l'opposé, on observe une action négative de l'enrobage des graines sur la levée. Dans les deux essais réalisés, les moins bons pourcentages de levée s'observent dans les parcelles semées avec des graines enrobées. Ce type d'enrobage, dans les conditions de culture plus fraîches de la Grèce, pourrait donc constituer un frein à une bonne germination.

3.6. Influence du traitement des semences sur la précocité de la maturation des capsules (Essais en Grèce)

Les données relatives à l'influence du traitement des semences sur la précocité de la maturation (Tableau 8) mettent en évidence l'action favorable de l'enrobage des graines avec 2,2 g d'imidaclopride par kg de semences. Sur les deux sites d'essais, ce traitement se distingue de tous les autres et induit un gain de précocité d'environ 10 jours par rapport au témoin. Parmi les autres traitements, seul le pelliculage des graines avec 5,5 g d'imidaclopride est significativement plus précoce que le témoin dans chacun des deux essais.

Tableau 8: Influence du traitement de semences sur le temps de maturation des capsules

Traitements	Temps de maturation (jours)			
	Petra	Aliartos	Ypato	Thebae
Imidaclopride 3,5 g/kg (coating)	132	b	149	b c
Imidaclopride 5,5 g/kg (coating)	133	b c	148	b
Témoin non traité	138	d	152	c
Granulés de disulfoton	135	b c d	148	b
Imidaclopride 2,2 g/kg (pelleting)	128	a	143	a
Imidaclopride 3,6 g/kg (pelleting)	136	c d	149	b c
Benfuracarbe 20 g/kg (slurry)	137	d	151	b c
Moyenne générale	134		148,6	
Probabilité	*		*	
CV en %	14,26		15,05	

*: Différences significatives pour $\alpha \leq 0,05$, $P \geq 95$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

CV: coefficient de variation

A priori, le pelliculage des graines avec de l'imidaclopride (3,5 et 5,5 g/kg de semences) se traduit également par une amélioration de la précocité de l'ouverture des capsules. Cette amélioration est cependant nettement moins sensible que dans le cas de l'enrobage. Chez les graines enrobées, l'augmentation de la dose d'imidaclopride induit une disparition des gains de précocité. La forte amélioration de la précocité observée pour l'enrobage des graines avec 2,2 g d'imidaclopride semble donc résulter d'une interaction entre la dose de matière active appliquée et le type de traitement utilisé. Le traitement au benfuracarbe n'amène pour sa part aucune amélioration de la précocité alors que les granulés de disulfoton semblent avoir une action légèrement favorable.

Dans chaque essai, les observations réalisées sur la morphologie des cotonniers ne mettent en évidence aucune différence marquée entre les traitements comparés. Sur la tige principale, ni le nombre de branches, ni le nombre de noeuds végétatifs situés en dessous du premier noeud fructifère ne semblent influencés par le traitement des semences. L'explication la plus plausible à l'action positive qu'exerce sur la précocité l'enrobage des graines avec 2,2 g d'imidaclopride par kg de semences est à rechercher dans un fonctionnement plus rapide du méristème terminal des plantes.

3.7. Influence des traitements de semences sur la productivité (Essais en Grèce)

Les résultats relatifs à l'influence des traitements des semences sur la production du cotonnier sont présentés au tableau 9. Aucune tendance nette ne se dégage des résultats présentés au tableau 9. L'absence de pression parasitaire en début de cycle et le phénomène de compensation caractéristique du comportement du cotonnier expliquent les résultats obtenus. Dans les deux essais, les plantes levées ont occupé les espaces laissés libres par les manquants et ont compensé l'absence de production de ces derniers par une plus grande production individuelle. Ce résultat nous amène à mettre en doute la validité des

recommandations actuelles pour la densité de semis du cotonnier dans la région (30 à 35 kg/ha).

Tableau 9: Influence des traitements de semences sur la production de coton graine

Traitements	Production (kg/ha)	
	Petra Aliartos	Ypato Thebae
Imidaclopride 3,5 g/kg (coating)	3021	4020
Imidaclopride 5,5 g/kg (coating)	2990	3629
Témoin non traité	2953	4045
Granulés de disulfoton	2799	3752
Imidaclopride 2,2 g/kg (pelleting)	3028	3944
Imidaclopride 3,6 g/kg (pelleting)	2891	3916
Benfuracarbe 20 g/kg (slurry)	2839	3708
Moyenne générale	2821	3898
Probabilité	NS	NS
CV en %	6,20	14,42

NS: Non significatif

CV: coefficient de variation

Le semis de quantités nettement moins élevées de graines (20,5 et 24 kg) a en effet permis d'obtenir un rendement équivalent à la moyenne régionale; ceci, malgré un pourcentage de levée inférieur à 50 % dans le cas de l'essai d'Ypato Thebae. Les meilleurs résultats obtenus en moyenne dans ce second essai sont dus à l'utilisation d'un système d'irrigation goutte à goutte au lieu du système d'aspersion classique généralement utilisé dans la région.

4. Discussion des résultats et conclusions

Après deux années d'essais de traitement de semences réalisés sur cotonnier au Burundi, il se confirme que l'imidaclopride, insecticide systémique de la famille des nitrométhylènes, possède une efficacité remarquable sur *A. gossypii*, lorsqu'il est utilisé en traitement des semences délintées. Dans la pratique, une dose de 4,3 g de produit commercial à 70 % par kg de semences (ou 3 g m.a./kg), semble suffisante pour obtenir un effet résiduel de plus de deux mois sur les populations de pucerons. Une efficacité identique a été obtenue, sur semences non délintées, à la dose de 12 g m.a./kg; des essais complémentaires à doses décroissantes sont toutefois nécessaires sur ce type de semences actuellement utilisées par la filière au Burundi.

L'association de cet aphicide avec le chlorothalonil permet, lorsque les conditions agroclimatiques et en particulier la pluviométrie, sont favorables au développement des agents pathogènes, de maintenir après les semis, un pourcentage de poquets levés supérieur au témoin vulgarisé actuel. Comme on l'a vu précédemment, ce n'est pas le cas avec l'imidaclopride utilisé en granulés avec des semences non délintées et non traitées. Dans l'Imbo, au Burundi, le traitement des semences à base d'imidaclopride + chlorothalonil, est une démarche de lutte contre les parasites précoces du cotonnier qui intègre dès le semis une protection phytosanitaire maximale.

Des résultats similaires en traitement de semences délintées ont été obtenus en Thaïlande sur variété de coton glandless (9). En effet, l'imidaclopride, à la dose de 2,5 mg/semence se révèle le produit le plus efficace pour le contrôle des jassides et des pucerons, et permet d'augmenter de manière significative la production de coton. Au Paraguay, le traitement de semences contre les thrips a permis une protection presque totale pendant les 5 semaines d'observation aux doses d'imidaclopride testées (12). Il a été démontré par ailleurs que l'imidaclopride utilisé en traitement de semences délintées, à la dose de 1 g de matière active par kg de semences, a un effet résiduel sur *A. gossypii* supérieur à 5 semaines (7). Cette information se trouve en partie confirmée par les résultats obtenus au Burundi où une dose d'imidaclopride de 3 g m.a./kg de semences permet d'obtenir un effet résiduel de plus de 60 jours pour la maîtrise d'*A. gossypii* sur jeunes cotonniers.

Au Cameroun, en traitement de semences dirigé contre les pucerons, on a obtenu une protection des jeunes cotonniers de 30 à 40 jours après la levée avec des insecticides systémiques (carbamates et nitrométhylènes) (6).

Il se confirme dans ces essais d'une part, que l'enrobage des semences avec de l'imidaclopride est très efficace contre les pucerons du cotonnier, et permet d'autre part, une économie substantielle de matière active par hectare. L'utilisation d'insecticides systémiques en traitement des semences doit non seulement permettre de retarder et d'économiser les premiers traitements aphicides dirigés contre les pucerons, mais également d'assurer un développement des populations de prédateurs et de parasitoïdes, établissant ainsi un équilibre naturel entre ravageurs et

parasites. Ces traitements de semences s'inscrivent donc dans le cadre de programmes de lutte intégrée (IPM) contre les ravageurs du cotonnier, les pesticides n'étant utilisés qu'à bon escient et de façon sélective, lorsqu'aucune autre solution n'est disponible ou économiquement viable (14).

L'imidaclopride semble agir en outre sur la précocité du cotonnier. L'importance de cette action est liée à la dose appliquée et au type de traitement réalisé. Un gain de précocité moyen de 10 jours est observé pour les cotonniers issus de graines enrobées avec 2,2 g d'imidaclopride par kg de semences. Cette amélioration de la précocité présente un intérêt économique considérable pour toutes les régions cotonnières du globe dont la durée de la saison culturale est limitée par les facteurs climatiques (niveau des températures moyennes mensuelles et démarrage des pluies d'automne pour les zones de production située au delà de 40° de la latitude nord; durée de la saison des pluies dans les régions à climat soudanien où ne se pratique qu'une agriculture pluviale) c'est-à-dire pour les zones où se situe actuellement l'essentiel de la production mondiale. Étant donné l'importance que peuvent atteindre les attaques de *Rhizoctonia solani*, il serait judicieux d'envisager le remplacement du TMTD par un fongicide plus efficace contre ce pathogène, à cet égard, le chlorothalonil s'est révélé, dans les essais réalisés au Burundi, offrir une alternative intéressante à exploiter.

5. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la firme BAYER A.G. (Dr R. Altmann et Ir E. Salmon) pour la fourniture des produits et le soutien financier à la réalisation des essais en Grèce.

Références bibliographiques

1. Autrique A. & Perreux D., 1989. Maladies et Ravageurs des cultures de la Région des Grands Lacs d'Afrique Centrale. ISABU - AGCD, Publication n° 24, Bruxelles, Belgique, 232 p.
2. Carême C., Perreux D. & Schiffers B.C. 1993. L'enrobage des semences de coton au Burundi à l'aide d'insecticides systémiques pour la maîtrise d'*Aphis gossypii* Glover. Annales de l'ANPP, Tome III, 3ème Conférence internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier, 7-9 décembre 1993 : 13C3-13I0.
3. Carême C., 1995. Contribution à l'élaboration d'un nouveau programme de protection phytosanitaire du cotonnier au Burundi. Tropicultura, Bruxelles (à paraître).
4. Cauquil J., 1988. Nouveaux développements dans la protection contre les ravageurs du cotonnier en Afrique francophone au Sud du Sahara. Coton fibres trop. **45**, (1): 45-58.
5. Dagnelie P., 1981. Principes d'expérimentation. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 182 p.
6. Deguine J.P., Gozee E. & Leclant F. 1994. Incidence of early outbreaks of the Aphid *Aphis gossypii* Glover in cotton growing in Cameroun. Int. J. Pest Manag. **40** (2): 132-140.
7. Elbert A., Becker B., Hartwig J & Erdelen C., 1991. Imidachloprid - A new systemic insecticide. Pflanzenschutz - Nachrichten Bayer, **44**, (2): 113-136.
8. Elmsheuser H. & Mc Cracken A., 1989. Treatment of cotton seed by plant protection agents. Pest management in cotton. Ed. M.B. Green and D.J. de B. Lyon. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England, 142-154.
9. Genay J.P., Phuphromphan P. & Gesnara W., 1992. Systemic insecticides in seed treatment for the control of early sucking insect pests on glandless cotton in Thailand. Internal document. Kasetsart University, Kamphaengseam, Thailand.
10. Munro J.M., 1987. Cotton. Longman, Harlow, England, 436 p.
11. Parvin D.W.Jr., 1992. The value of earliness revisited. Proceedings Beltwide Cotton Production Research Conference, v.2, p. 760-761.
12. Prudent P., 1992. Efficacité de divers insecticides appliqués en traitement de semences contre les thrips du cotonnier au Paraguay. Mém. Soc. Royale belge d'Entomologie, **35**: 457-464.
13. Schiffers B.C. & Copin A., 1993. L'enrobage des semences, un vecteur phytosanitaire performant et respectueux de l'environnement. Annales de l'A.N.P.P. **2** (2): 549-558.
14. OCDE. (1994) Lignes directrices pour la lutte contre les parasites et la gestion des pesticides. Document DCD/DAC(94)32. Direction de la Coopération pour le Développement, Comité d'Aide au Développement, Paris, 42 p.

C. Carême, Belge, Ir. agronome, Msc. en phytomaximie. Chercheur à l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, AGCD., Bruxelles.
G. Mergeai, Belge, Dr. en Sciences agronomiques, 1er assistant à la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux.
Francesca Ydraiou, Grecque, Ir. agronome
B.C. Schiffer, Belge, Dr. en Sciences Agronomiques, Maître de Conférence, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux.